

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-185436

(P2003-185436A)

(43) 公開日 平成15年7月3日 (2003.7.3)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 C 15/00

識別記号

1 0 3

F I

G 0 1 C 15/00

ターミナル (参考)

1 0 3 C

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-385329 (P2001-385329)

(22) 出願日 平成13年12月18日 (2001.12.18)

(71) 出願人 000220343

株式会社トプコン

東京都板橋区蓮沼町75番1号

(72) 発明者 大友 文夫

東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社ト  
プコン内

(72) 発明者 木村 明夫

東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社ト  
プコン内

(74) 代理人 100089967

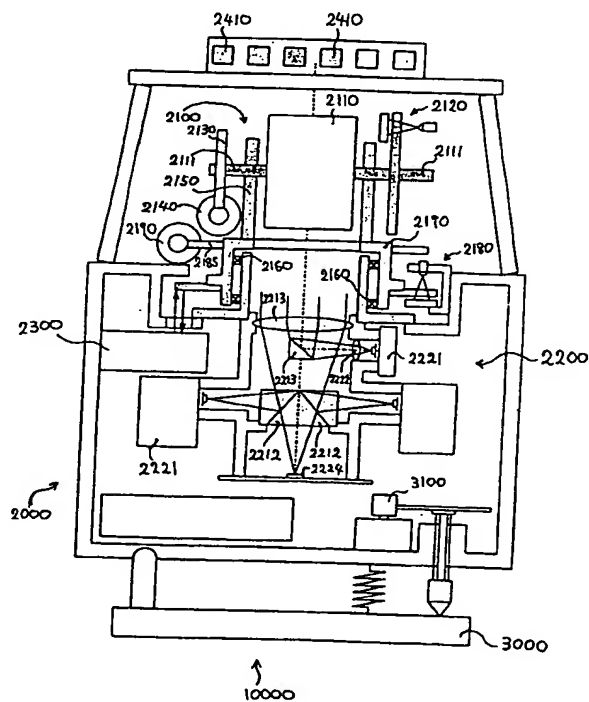
弁理士 和泉 雄一

(54) 【発明の名称】 位置測定装置

(57) 【要約】

〔目的〕 本発明は、回動部と固定部とからなる位置測定装置であって、回転部に反射部材を備え、傾斜測定部が、回動部のガタを検知して補正することのできる位置測定装置を提供することを目的とする。

〔構成〕 本発明は、測定対象物に測定光を照射し、その反射光から距離と方向及び位置を求める位置測定装置であって、光源部が測定光を発し、受光部が反射光を受光し、射出手段が、測定光を方向自在に射出すると共に、反射光を受光部に導き、角度検出手段が、射出手段の射出方向を検出し、光源部と受光部とを固定的に設け、光源部は射出手段に向けて測定光を発し、受光部は測定対象物からの反射光を受光する様になっている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 測定対象物に測定光を照射し、その反射光から距離と方向及び位置を求める位置測定装置において、測定光を発するための光源部と、反射光を受光するための受光部と、前記測定光を方向自在に射出すると共に、前記反射光を前記受光部に導くための射出手段と、該射出手段の射出方向を検出する角度検出手段とを備え、前記光源部と前記受光部とは固定的に設けられ、前記光源部は前記射出手段に向けて測定光を発し、前記受光部は前記測定対象物からの反射光を受光することを特徴とする位置測定装置。

【請求項2】 射出手段は、測定光を方向自在に射出するための反射部材と、該反射部材を水平回転させるための水平回転部と、俯仰させるための高低回転部とから構成された請求項1記載の位置測定装置。

【請求項3】 射出手段は、反射部材を備えた回転部の傾きを検知するための傾斜測定部を備え、該傾斜測定部の測定に基づき受光部が検出する測定対象物の位置を補正する請求項2記載の位置測定装置。

【請求項4】 射出手段は、反射部材を備えた回転部のガタ及び傾きを検知するための傾斜測定部を備え、該傾斜測定部の測定に基づき受光部が検出する測定対象物の位置を補正する請求項2記載の位置測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転部と固定部とからなる位置測定装置であって、回転部に反射部材を備え、傾斜測定部が、回転部のガタを検知して補正することのできる位置測定装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、測定対象の位置を自動的に測定する装置としては、トータルステーションを自動化した自動追尾型のトータルステーションが知られている。自動追尾型のトータルステーションは、モーターの駆動力により、鏡筒部の視準方向を上下左右に回転可能に構成している。そして、測角手段であるエンコーダの出力を利用して、水平回転及び高低回転の回転角を検出している。

【0003】鏡筒部には、通常のトータルステーションが備えている視準望遠鏡や測距手段の他に、測定位置に置かれたプリズム反射体を検出するための追尾手段が組み込まれている。

$$T = I * d\omega / dt$$

【0015】ここで、Tはトルクであり、Iは回転系の慣性モーメントであり、 $d\omega / dt$ は、角加速度である。

【0016】この第1式はトルクが、角加速度と慣性モーメントに比例することを示している。

【0017】測量機は、一般的に屋外で使用する測定機であるから、その電源には、通常バッテリーを使用す

\*【0004】その他、自動追尾型のトータルステーション本体には、托架部の倒れを検出するためのチルトセンサー、各種電子処理回路、表示器、バッテリー等が備えられている。

【0005】図5は、自動追尾型のトータルステーションの部分断面図である。

【0006】測量機本体1000は、高低回転可能に設けられた鏡筒部1100と、この鏡筒部1100を高低回転可能に支えるための托架部1200と、この托架部1200を水平回転可能に支えるための基盤部1300と、この基盤部1300の下に配置され、整準機能を備えた整準部1400とから構成されている。

【0007】托架部1200には、水平回転駆動ギア1711を介して水平回転モータ1712により托架部1200を鉛直軸回りに水平回転させるための水平回転機構1710が設けられ、更に鉛直回転駆動ギア1741を介して鉛直回転モータ1742により鏡筒部1100を水平軸回りに鉛直回転させる鉛直回転機構1740が設けられている。

【0008】水平回転軸1720には水平回転角検出エンコーダ1730が設けられ、鉛直回転軸1750には高低角検出エンコーダ1760が設けられ、回転角を検出する様に構成されている。

## 【0009】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0010】自動追尾型のトータルステーションは、基本的には、手動タイプのトータルステーションタイプである測量機をモータで駆動できる様に改造したものである。自動追尾装置では作業者を必要としない様に自動化した装置であるが、鏡筒部には、視準望遠鏡、測距手段及び追尾手段等が組み込まれている。

【0011】このため、大きく重い構成となっている。同様に、鏡筒部を支え水平回転する托架部には、鏡筒部を含め高低回転及び水平回転のための駆動部が内蔵され、回転部が大きく重い構成となっている。

【0012】これらの測量機は、その使用上の理由により、鏡筒部は鉛直方向に回転し、托架部は望遠鏡部も含めて水平方向に回転する様に構成されている。

【0013】回転部分を停止状態から加速する時に必要なトルクは次式で現される。

## 【0014】

## ・・・第1式

る。このためモータの消費電力は、可能な限り小さくする事が求められるので、使用するモータは、小型なサイズのものが要求される。この結果、小型のサイズのモータが発生することのできるトルクTは、自ずと小さく制限される。

【0018】一方、自動追尾トータルステーションは、鉛直及び水平の回転軸部分にモータを組み込んで、望遠

\*

鏡部や托架部を回転させ、望遠鏡を、測定対象物であるプリズムの方向へ俊敏に向ける事が要求される。また自動追尾トータルステーションは、移動する測定対象物であるプリズムを追尾しながら測定する場合には、特に、追従特性の向上が求められる。

【0019】この回転スピードを上げる、或いは追従性を向上させるの何れにおいても、回転部分の加減速性能が特に重要となる。加減速性能を向上させるには、モータのサイズを大きくし、トルクTをアップさせる事が簡便な方法であるが、それでは前述の如く消費電力やモータ重量の増加を招き、得策でない。

【0020】第1式で示される様にトルクTが一定の場合には、角加速度を上げる為には慣性モーメントIを小さくする必要がある。慣性モーメントIは、回転部分の質量に比例し、回転半径の二乗に比例する。

【0021】従って慣性モーメントIを小さくするためには、回転部分の重量と回転半径を小さくすればよく、小さなトルクTでも回転性能を向上させることができる。

【0022】前述した様に、従来の測量機では、鏡筒部或いは托架部全体が回転する構造となっており、これらの部分に多くの部品が組み込まれている。従って、従来の測量機の構造では、加減速性能を向上させることは困難であるという問題点があった。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題に鑑み案出されたもので、測定対象物に測定光を照射し、その反射光から距離と方向及び位置を求める位置測定装置において、測定光を発するための光源部と、反射光を受光するための受光部と、前記測定光を方向自在に射出すると共に、前記反射光を前記受光部に導くための射出手段と、該射出手段の射出方向を検出する角度検出手段とを備え、前記光源部と前記受光部とは固定的に設けられ、前記光源部は前記射出手段に向けて測定光を発し、前記受光部は前記測定対象物からの反射光を受光することを特徴としている。

【0024】また本発明の射出手段は、測定光を方向自在に射出するための反射部材と、該反射部材を水平回転させるための水平回転部と、俯仰させるための高低回転部とから構成することもできる。

【0025】更に本発明の射出手段は、反射部材を備えた回転部の傾きを検知するための傾斜測定部を備え、該傾斜測定部の測定に基づき受光部が検出する測定対象物の位置を補正する構成にすることもできる。

【0026】また本発明の射出手段は、反射部材を備えた回転部のガタ及び傾きを検知するための傾斜測定部を備え、該傾斜測定部の測定に基づき受光部が検出する測定対象物の位置を補正する構成にすることもできる。

【0027】

【発明の実施の形態】本発明は上記課題に鑑み案出され

たもので、測定対象物に測定光を照射し、その反射光から距離と方向及び位置を求める位置測定装置であって、光源部が測定光を発し、受光部が反射光を受光し、射出手段が、測定光を方向自在に射出すると共に、反射光を受光部に導き、角度検出手段が、射出手段の射出方向を検出し、光源部と受光部とを固定的に設け、光源部は射出手段に向けて測定光を発し、受光部は測定対象物からの反射光を受光する様になっている。

【0028】また本発明の射出手段は、反射部材が、測定光を方向自在に射出させ、水平回転部が反射部材を水平回転させ、高低回転部が俯仰させる様にすることもできる。

【0029】更に本発明の射出手段は、傾斜測定部が、反射部材を備えた回転部の傾きを検知し、傾斜測定部の測定に基づき、受光部が検出する測定対象物の位置を補正することもできる。

【0030】また本発明の射出手段は、傾斜測定部が、反射部材を備えた回転部のガタ及び傾きを検知し、受光部が検出する測定対象物の位置を補正することもできる。

【0031】

【実施例】

【0032】以下、本発明の実施例を図面により説明する。

【0034】図1と図2とに基づいて、本実施例の測量機10000を説明する。

【0035】測量機10000は、測量機本体2000と、整準部3000とから構成されている。

【0036】測量機本体2000には、回転部2100と、固定部2200と、傾斜測定部2300と、到来方向検出部2400とから構成されている。

【0037】回転部2100は回転部に該当するもので、鉛直方向の回転部分（高低回転部）と水平方向の回転部分（水平回転部）とを備えている。

【0038】鉛直方向の回転部分（高低回転部）は、回転ミラー2110を鉛直方向に回転（高低角）させるためのものである。回転ミラー2110の両端部に水平軸2111、2111を設けてあり、一方の水平軸2111には、高低角測定用のロータリーエンコーダ2120が取り付けられており、他方の水平軸2111には、第1の駆動ギア2130を介して鉛直駆動用モータ2140に連結されている。鉛直駆動用モータ2140は、支柱部2150に固定されているので、鉛直駆動用モータ2140の駆動力により、鉛直方向の回転部分が一体に回転する様に構成されている。

【0039】なお、回転ミラー2110は、反射部材に該当するものである。

【0040】水平方向の回転部分（水平回転部）は、回転ミラー2110を水平方向に回転させるためのものである。水平方向の回転部分は、鉛直軸2170と、この

上に形成される支柱部2150と、支柱部2150に軸止される回転ミラー2110に形成される水平軸2111とから構成され、一体に回転させる様に構成されている。

【0041】また鉛直軸2170には、水平角測定用のロータリーエンコーダ2180が取付けられている。更に、鉛直軸2170には、第2の駆動ギア2185を介して水平駆動用モータ2190に連結されている。水平駆動用モータ2190は、筐体に固定されているので、水平駆動用モータ2190の駆動力により、鉛直軸2170を含んで構成される回転部2100を水平方向に回転させる。

【0042】なお、高低角測定用のロータリーエンコーダ2120と水平角測定用のロータリーエンコーダ2180とが、角度検出手段に該当するものである。

【0043】鉛直軸2170の内側は、軸受2160、2160・・・を介して筐体に固定されている。この鉛直軸2170下方には、距離測定部2210、プリズム検出部2220の各光学系が設けられている。

【0044】距離測定部2210は、距離検出發光部2211から発光した測距光が、ダイクロプリズム2212で反射し、対物レンズ2213を透過した後、回転ミラー2110で反射して、図示されていない被測定プリズム（測定対象物）の方向へ射出する。被測定プリズムからの反射光を逆の経路をたどり距離検出受光部2214の受光素子で受光する。

【0045】プリズム検出部2220は、被測定プリズムを検出するためのもので、プリズム検出發光部2221より発光した測距光が、コンデンサーレンズ2222、小ミラー2223、対物レンズ2213を通過し、回転ミラー2110で反射して、図示されていない被測定プリズム（測定対象物）の方向へ射出する。被測定プリズムからの反射光は、回転ミラー2110で反射され、対物レンズ2213で集光し、ダイクロプリズム2212を透過し、プリズム検出受光部2224の受光素子で受光する様になっている。

【0046】整準部3000は、基本的に三本の脚で測量機本体2000を支える構造である。三本の脚の1脚は回動自在に、例えば球面で支えている。残る2脚は、整準駆動モータ3100の駆動力により上下動可能となっている。上下動作を調整することにより測量機本体2000が整準される様に構成されている。整準は傾斜測定部の出力に基づいて行われる。ばねはその下にある基盤を支え、基盤は三脚の脚頭の取り付け役目を果たしている。なお整準部3000は、測量機本体2000に内蔵し、内部の構成部材を直接整準することもできる。

【0047】図4に基づいて、傾斜測定部2300を説明する。

【0048】傾斜測定部2300は、測量機本体2000の傾斜を検出し、整準部3000の制御信号として測

量機本体2000を水平に整準する。それと共に、水平基準に対する鉛直軸2170と一体に設けられたエンコーダの傾きを検出することで、回転部2100の傾きを検出し、測定値、距離値及び位置の値を補正する。

【0049】傾斜測定部2300は、第1光源1と、第1コンデンサレンズ2と、第1パターン3と、第2コンデンサレンズ4と、第1ハーフミラー5等とからなり、自由液面投光系8を構成している。

【0050】前記第1ハーフミラー5で反射された光線は前記自由液面6aで反射され、前記第1ハーフミラー5を透過する。該第1ハーフミラー5の透過光軸10上に第2ハーフミラー15、第3コンデンサレンズ9、受光手段11が配設されている。該受光手段11は例えばCCDエリアセンサが用いられる。

【0051】前記第1ハーフミラー5の透過光軸10と平行な投光光軸を有する第2光源17が配設され、該第2光源17の投光光軸上に第4コンデンサレンズ18、第2パターン19、第5コンデンサレンズ20、第3ハーフミラー21が配設され、該第3ハーフミラー21は前記第2ハーフミラー15と対向している。

【0052】前記第3ハーフミラー21の透過光軸上に該透過光軸と垂直となる位置に反射部材22（水平エンコーダ）が配設されている。反射部材22は、回転部2100の鉛直軸2170と一体に取り付けられた水平エンコーダの面を反射面として利用している。また回転部2100は、測量機本体2000のきょう体部に取り付けられた鉛直軸2170によって水平回転可能に支持されると共に、傾斜測定部2300が水平に正しく設置された時に、反射部材22の反射面も概略水平となる様に取り付けられている。

【0053】前記第2光源17、第4コンデンサレンズ18、第2パターン19、第5コンデンサレンズ20、第3ハーフミラー21等は固定反射部材投光系24を構成し、前記第1ハーフミラー5、第2ハーフミラー15、第3ハーフミラー21、第3コンデンサレンズ9、受光手段11等は受光光学系12を構成する。

【0054】而して、前記第1光源1から射出された光線は、第1コンデンサレンズ2で概略平行光束とされ、前記第1パターン3、第2コンデンサレンズ4を透過した後、前記第1ハーフミラー5で反射され、更に前記自由液面6aで反射され、前記第1ハーフミラー5、第2ハーフミラー15、前記第3コンデンサレンズ9を透過して前記受光手段11により受光される。即ち、前記第1パターン3の第1パターン像3a（図示せず）は前記第3コンデンサレンズ9により前記受光手段11に結像される。

【0055】又、前記第2光源17から射出された光線は、前記第4コンデンサレンズ18で概略平行光束とされ、前記第2パターン19を透過し、更に前記第5コンデンサレンズ20、第3ハーフミラー21を透過し、前

記反射部材 22 で反射され、前記第 3 ハーフミラー 21、第 2 ハーフミラー 15 で反射され、前記第 3 コンデンサレンズ 9 を経て前記受光手段 11 に受光される。即ち、前記第 2 パターン 19 の第 2 パターン像 19a (図示せず) も前記第 3 コンデンサレンズ 9 を経て前記受光手段 11 に結像される。

【0056】尚、前記反射部材 22 からの反射光で前記第 2 ハーフミラー 15 で反射された状態の反射光軸 23 は前記透過光軸 10 が鉛直の場合に該透過光軸 10 に合致する。従って、前記第 1 パターン 3 の第 1 パターン像 3a と第 2 パターン 19 の第 2 パターン像 19a とが合致する様になっている。

【0057】前記透過光軸 10 は前記自由液面 6a で反射されたものであり、従って、傾斜検出装置自体が傾斜していると、前記液体部材 6 の自由液面 6a は傾斜検出装置自体に対して相対的に傾斜し、その結果入射光軸に対して反射光軸 23 が偏角する。

【0058】前述した様に、前記自由液面 6a が  $\theta$  傾斜した場合、液体部材 6 の屈折率  $n$  とすると反射光軸は  $2n\theta$  偏角し、前記受光手段 11 上では、前記第 1 パターン像 3a は  $f \cdot \tan(2n\theta)$  だけ基準位置から移動する。

【0059】一方、前記反射部材投光系 24 の投光光軸は、測量機本体 2000 が水平に整準されている時に鉛直に固定されている。そして反射部材 22 である水平エンコーダにガタも傾きもなく、水平に回転している場合には、前記反射部材 22 で反射された光線の、前記受光手段 11 での受光位置 (第 2 パターン像 19a の位置) は一定している。

【0060】ところが、反射部材 22 である水平エンコーダに回転ガタや傾きがある場合には、第 1 パターン像 3a に対する第 2 パターン像 19a の移動量  $L$  として検出される。前記受光手段 11 の第 1 パターン 3a に対する第 2 パターン像 19a の方向を検出することで、傾斜方向も検出することが可能である。

【0061】演算処理手段 4000 に於いて、前記受光手段 11 からの受光信号に基づき前記第 1 パターン像 3a と第 2 パターン像 19a との偏差を求め、更に偏差に基づき傾斜量、傾斜方向が演算される。

【0062】尚、前記受光光学系 12 での第 1 パターン像 3a 及び第 2 パターン像 19a は、水平状態からの像の相対的な動き量を検出するためのものであるため、傾斜設定部 2300 自体が水平な状態に於いて、前記反射部材 22 からの反射光軸 23 と前記自由液面 6a からの反射光軸 23 は必ずしも合致していなくても、又平行でなくてもよい。更に、傾斜設定部 2300 自体が水平状態で前記第 1 パターン像 3a と第 2 パターン像 19a とは前記受光手段 11 上で必ずしも合致する必要はなく、両者のずれ量は演算する場合の補正值とすればよい。

【0063】到来方向検出部 2400 は、到来方向を概

略検出するものである。測定目標点にいる作業者が、特定周波数の変調光を測量機本体 2000 本体に向けて発光すると、到来方向検出部 2400 の到来方向検出受光部 2410 は、変調光を受光し、到来方向を概略検出することができる。

【0064】到来方向検出部 2400 は、到来方向検出受光部 2410 と到来方向検出回路 2420 とから構成される。到来方向検出受光部 2410 は、水平方向からの到来光を検知する様に、複数の方向に向けて円周上の配列される。到来方向検出回路 2420 は、複数の到来方向検出受光部 2410 の受光光量を比較して方向を定める様に構成されている。

【0065】次に図 3 に基づいて、本実施例の測量機 10000 の電氣的構成を説明する。

【0066】測量機 10000 は、距離測定部 2210 と、距離検出發光部 2211 と距離検出受光部 2214 とからなる測距部 2210B と、プリズム検出部 2220 に相当する測定検出部 2220A と、プリズム検出發光部 2221 とプリズム検出受光部 2224 とからなる測定部 2220B と、高低角測定用のロータリーエンコーダ 2120 と水平角測定用のロータリーエンコーダ 2180 と、角度演算部 4100 と、傾斜測定部 2300 と、到来方向検出受光部 2410 と、到来方向検出回路 2420 と、記憶部 4200、表示部 4300 と、駆動回路 4400 と、モータ 4500 と、演算処理手段 4000 とから構成されている。

【0067】モータ 4500 は、鉛直駆動用モータ 2140 と水平駆動用モータ 2190 とが相当する。

【0068】以上の様に構成された測量機 10000 は、測定部 2220B が、測定光を測定対象物に向けて射出し、その反射光を受光する。測定検出部 2220A が、測定対象物を検出する信号を生成する。高低角測定用のロータリーエンコーダ 2120 と水平角測定用のロータリーエンコーダ 2180 との検出信号に基づき、角度演算部 4100 が回転角を検出し、演算処理手段 4000 は、駆動回路 4400 を介してモータ 4500 を駆動し、測量機 10000 を測定対象物に向ける又は追尾する様になっている。

【0069】そして距離測定部 2210 が、測量機 10000 と測定対象物との距離を演算する。

【0070】更に傾斜測定部 2300 が、軸受の回転精度に起因する回転部 2100 の回転ガタや傾きを検出し、演算処理手段 4000 が、受光部が受光する測定対象物の受光位置を補正して、回転ガタや傾きの影響を除去することができる。

【0071】以上の様に構成された本実施例は、基本的に探査・追尾するための動作部は回転ミラー 2110 に集約され、鏡筒部及び托架部はなく回転部は、回転ミラー 2110 と高低角測定用のロータリーエンコーダ 2120 のみの構成である。距離測定部 2210、測定部 2

220Bは、測量機本体2000側に固定的に設けられている。

【0072】回転部2100は、被測定プリズム（測定対象物）の方向に光を射出し、及び被測定プリズム（測定対象物）からの反射光を、対物レンズ2213を透過して各受光部に導くための最少の部品で構成することができる。これにより回転部2100の重量軽減と回転半径減少により慣性モーメントを最少とし、小さなモータと低消費電力で高速の探査及び追尾動作を実現することができる。

【0073】

【効果】以上の様に構成された本発明は、測定対象物に測定光を照射し、その反射光から距離と方向及び位置を求める位置測定装置において、測定光を発するための光源部と、反射光を受光するための受光部と、前記測定光を方向自在に射出すると共に、前記反射光を前記受光部に導くための射出手段と、該射出手段の射出方向を検出する角度検出手段とを備え、前記光源部と前記受光部とは固定的に設けられ、前記光源部は前記射出手段に向けて測定光を発し、前記受光部は前記測定対象物からの反射光を受光することができるので、回転部の重量軽減と回転半径減少により慣性モーメントを最少とし、小さなモータと低消費電力で高速の探査及び追尾動作を実現することができるという卓越した効果がある。

【0074】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の測量機10000を説明する\*

\* 図である。

【図2】本実施例の測量機10000を説明する図である。

【図3】本実施例の測量機10000の電氣的構成を説明する図である。

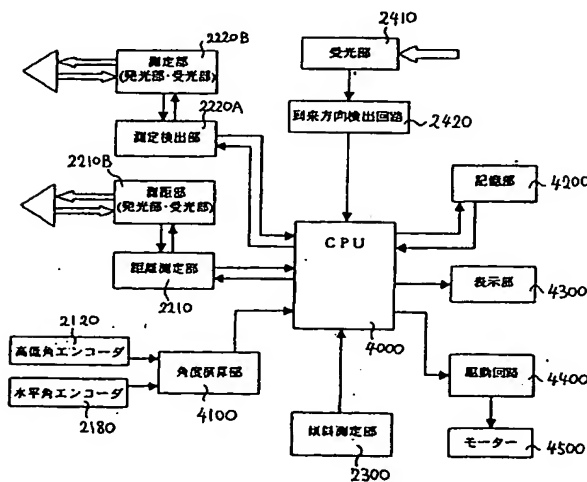
【図4】本実施例の傾斜測定部2300を説明する図である。

【図5】従来技術を説明する図である。

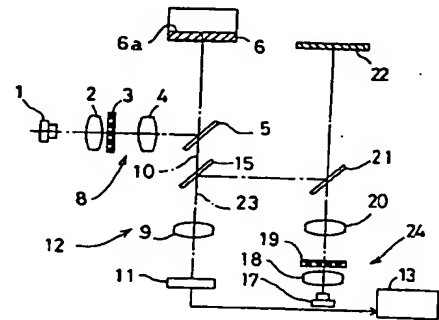
【符号の説明】

- |    |       |                   |
|----|-------|-------------------|
| 10 | 10000 | 測量機               |
|    | 2000  | 測量機本体             |
|    | 2210  | 距離測定部             |
|    | 2210B | 測距部               |
|    | 2220A | 測定検出部             |
|    | 2220B | 測定部               |
|    | 2300  | 傾斜測定部             |
|    | 2120  | 高低角測定用のロータリーエンコーダ |
|    | 2180  | 水平角測定用のロータリーエンコーダ |
|    | 2410  | 受光部               |
| 20 | 2420  | 到来方向検出回路          |
|    | 3000  | 整準部               |
|    | 4000  | 演算処理手段            |
|    | 4100  | 角度演算部             |
|    | 4200  | 記憶部               |
|    | 4300  | 表示部               |
|    | 4400  | 駆動回路              |
|    | 4500  | モータ               |

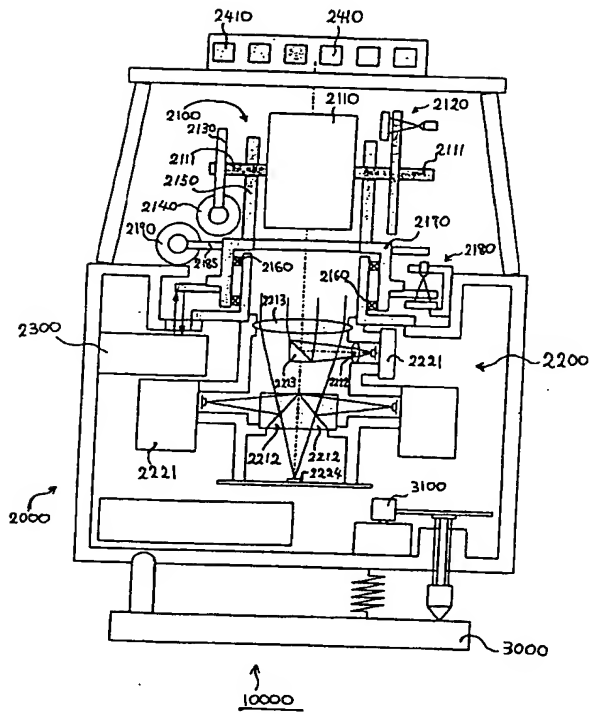
【図3】



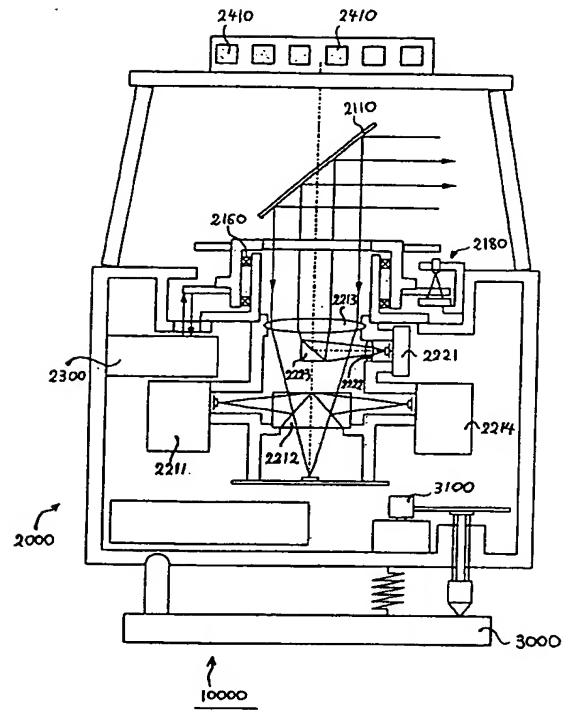
【図4】



【図1】



【図2】



【図5】

